



## Karakaya Baraj Gölü'ne Dökülen Han Çayı (Malatya, Türkiye)'nin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Feray SÖNMEZ\*  Zeynep Selva BATTAL 

Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, İç sular Biyolojisi Anabilim Dalı, Elazığ, Türkiye

### Ö Z

Bu çalışmada, Karakaya Baraj Gölü'ne dökülen Han Çayı'nın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin araştırılması amacıyla Aralık 2013-Kasım 2014 tarihleri arasında 8 ay (Haziran-Eylül 2014 tarihleri arası çay kuruduğu için örnekleme yapılamamıştır) süreyle su örnekleri alınarak ölçüm ve analizler gerçekleştirilmiştir. Araştırma süresince su sıcaklığı, pH, elektriksel iletkenlik, çözülmüş oksijen ve akım değeri arazide yapılan ölçümlerle belirlenirken, toplam sertlik, tuzluluk ve organik madde titrimetrik metotla, asit kapasitesi, toplam azot, toplam fosfor, nitrit, nitrat, sülfat, silika ve kimyasal oksijen ihtiyacı gibi kimyasal parametrelere ait değerler laboratuvarında yapılan spektrofotometrik analizlerle tespit edilmiştir (APHA 1985). Araştırma sonuçları, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine Han Çayı'nın toplam fosfor hariç (II./III. sınıf) diğer bütün parametrelere ait değerlere göre I. sınıf su kalite özelliğine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Araştırma sonuçları, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre Han Çayı'nın toplam fosfor hariç (II./III. sınıf) diğer bütün parametrelere ait değerler için I. sınıf su kalite özelliğine sahip olduğunu ortaya koymuştur.

**Anahtar kelimeler:** Fiziksel ve kimyasal özellikler, Han çayı, Karakaya baraj gölü

### MAKALE BİLGİSİ

#### ARAŞTIRMA MAKALESİ

Geliş : 18.07.2017

Düzeltilme : 17.10.2017

Kabul : 01.11.2017

Yayın : 29.12.2017



DOI:10.17216/LimnoFish.329404

#### \* SORUMLU YAZAR

feraysonmez@gmail.com

Tel : +90 424 237 00 00

### Some Physical and Chemical Properties of Han Stream Spilled to Karakaya Dam Lake (Malatya, Turkey)

**Abstract:** In this study, some physical and chemical properties of Han Stream (Malatya) in relation to water quality was investigated. For this purpose water samples were collected at monthly for eight months interval between December 2013-November 2014 (June-September is dry period). Water temperature, pH, electrical conductivity, dissolved oxygen and flow rate were measured directly in study area whilst chemical analysis such as sulfate, silica, nitrite, nitrate, total nitrogen, total phosphorus, acide capacity and chemical oxygen demand were carried out in water quality laboratory by means of cell test through a spectrophotometer. Total hardness, salinity and organic matter were determined in accordance with methods in APHA (1985). According to the Water Pollution Control Regulation for Inland Water Resources, study results showed that Han Stream should be classified as class I (high quality water) in terms of all parameters except that total phosphorus values (II/III class, less polluted).

**Keywords:** Physical and chemical properties, Han stream, Karakaya dam lake

#### Alıntılama

Sönmez F, Battal ZS. 2017. Karakaya Baraj Gölü'ne Dökülen Han Çayı (Malatya, Türkiye)'nin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri LimnoFish. 3(3): 143-151. doi: 10.17216/LimnoFish.329404

### Giriş

Dünyadaki göller ve nehirler yaklaşık 105.000 km<sup>3</sup> (toplam tatlı suların yaklaşık %0,3'ü), toplam kullanılabilir tatlı su miktarı ise 200.000 km<sup>3</sup> (tüm tatlı suların %1'inden daha az) olarak tahmin edilmektedir. Kullanılabilir su miktarı, oldukça az olup dünyadaki toplam su miktarının yaklaşık %1'i kadardır (OECD 1982). Bu nedenle 1970'li yıllarda başlayan çevre hareketlerinin de etkisiyle doğal kaynakların sınırsız olmadığı, kaynaklarla

kullanımlar arasında dengenin kurulması gerekliliği ön plana çıkmıştır.

Hızla artan dünya nüfusu, kentsel ve endüstriyel gelişmeler, sürekli daha fazla su gereksinimi doğurmakta ve bu durum yüzey su kaynaklarına verilen önemin artmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla yüzey su kaynaklarının kalitesinin araştırılarak kullanım amaçlarının belirlenmesi ve her su kaynağı için uygun bir su kalite yönetiminin oluşturulması büyük önem arz etmektedir. Yüzey su

kaynaklarının sürdürülebilir kullanımını sağlamak ve ekolojik bütünlük çerçevesinde yüzey su kaynaklarının geleceğini garanti altına almak için, su kaynaklarının sürekli izlenmesi ve iyi yönetilmesi zorunludur (EC 2008). Bir izleme çalışmasında arzu edilen sonuçlara ulaşmak için ciddi bir izleme programı hazırlanması gerekir. İzleme programının tüm adımlarının doğru belirlenmesi ve programın titizlikle yürütülmesi durumunda, bir su kaynağının su kalite özellikleri ortaya konulur ve bu sayede kaynağın zarar görmesi önlenir hatta zarar görmüş bir ekosistem ıslah edilebilir. Bu durumda amaçlar doğrultusunda birkaç program tasarlanmalıdır.

EC (2008) ve Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY 2015) hedefleri doğrultusunda tatlı su kaynaklarımızın özelliklerinin, kalite sınıflarının belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Son yıllarda Türkiye’de yapılan bilimsel araştırmalarda lotik sistemlerin su kalitesini belirlemeye yönelik çalışmaların (Bakan ve Şenel 2000; Boran ve Sivri 2001; Taşdemir ve Göksu 2001; Kayar ve Çelik 2003; Kara ve Çömlekçioğlu 2004; Tepe vd. 2006; Bulut vd. 2010; Tokatlı vd. 2016) artmasına paralel olarak tatlı su kaynakları yönünden zengin olan Doğu Anadolu Bölgesinde de birçok çalışma yapılmıştır (Şen vd. 1999, 2002, 2007; Şen ve Gölbaşı 2008; Varol ve Şen 2009; Alp vd. 2010; Gölbaşı 2014; Baytaşoğlu ve Şen 2015; Yiğitli 2016).

Elazığ ve komşu il sınırları içerisinde yer alan daha pek çok akarsuyun su kalite özellikleri henüz belirlenmemiştir. Yukarıda verilen literatür özetinden de anlaşıldığı üzere, bölgemizde yer alan akarsuların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ortaya çıkarılması için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Bu amaç doğrultusunda Malatya il sınırları içinde yer alan Han Çayı’nın su kalite özellikleri bir yıl süreyle araştırılmıştır.

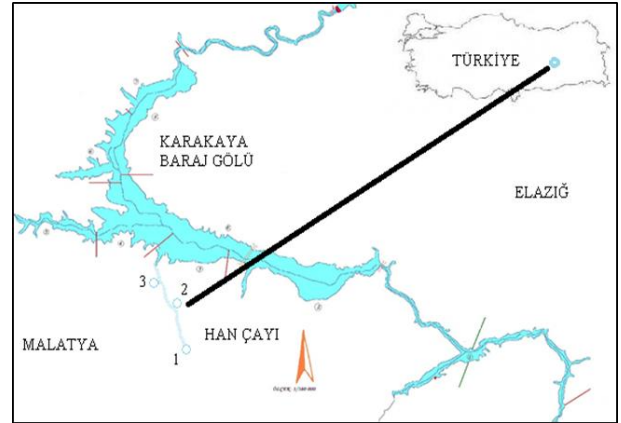
## Materyal ve Metot

Karakaya Barajı; Diyarbakır ili Çüngüş ilçesi sınırları içinde, Fırat Nehri üzerinde, Güneydoğu Anadolu Projesi’nin bir parçası olarak elektrik enerjisi üretimi amacıyla 1976-1987 yılları arasında inşa edilmiştir. Baraj gölü Malatya-Elazığ-Diyarbakır, hidroelektrik santrali ise Çüngüş ve Doğanyol sınırında yer almaktadır (Frmartuklu 2017).

Karakaya Baraj Gölü birçok akarsu tarafından beslenmektedir. Bunlardan bir tanesi de çalışmanın gerçekleştirildiği Han Çayı’dır. Han Çayı Malatya’ya 16 km uzaklıktaki ekonomisi tarım ve hayvancılığa bağlı olan Hacıhaliloğlu Çiftliği Köyü dolaylarından çıkmaktadır. Uzunluğu yaklaşık 18 km olan çay

Malatya’nın Hacıhaliloğlu Çiftliği Köyü, Bulgurlu Köyü, Yarımcahan Köyleri boyunca akıp Battalgazi ilçesine bağlı Çolakoğlu Köyü civarlarından Karakaya Baraj Gölü’ne dökülmektedir (Frmartuklu 2017).

Han Çayının su kalitesini belirlemek üzere çayın üst orta ve alt akarsu bölgelerini temsil eden 3 örnekleme noktası belirlenerek Aralık 2013-Kasım 2014 tarihleri arasında, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları hariç (bu dönemler kurak geçmiştir) 8 ay boyunca aylık örnekleme yapılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Han Çayı’nda örnekleme yapılan istasyonlar

Su örnekleri 1 litrelik polietilen şişeler kullanılarak yüzeyden dibe doğru şişelerde hava boşluğu kalmayacak şekilde suya daldırılarak alınmıştır. Örnekleme noktalarında sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik YSI 100 ölçüm cihazıyla, çözülmüş oksijen ise YSI 55 DO ölçüm cihazı ile yerinde ölçülmüştür. Akım değeri yüzdürme metoduyla belirlenerek formülle hesaplanmıştır. Alınan örnekler uygun şartlar altında laboratuvara ulaştırılarak analizleri gerçekleştirilmiştir. Laboratuvara getirilen su örneklerinde toplam sertlik (EDTA), organik madde miktarı (potasyum permanganat) ve tuzluluk (gümüş nitrat) titrimetrik metot ile tayin edilmiştir. Asit kapasitesi, toplam azot, toplam fosfor, nitrit, nitrat, sülfat, silika ve kimyasal oksijen ihtiyacına ait kimyasal parametrelerin analizi ise Merck test kitleri kullanılarak Su ve Atık su Analiz Fotometresi Merck Spectroquant Nova 60 A ile spektrofotometrik olarak tespit edilmiştir (APHA 1985).

## Bulgular

Karakaya Baraj Gölü’ne dökülen Han Çayı’nın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerin ölçüm ve analizlerine ait minimum, maksimum ve hesaplanan ortalama değerlere ait veriler Tablo 1’de, aylık değişimlerine ait değerler grafiklerle Şekil 2’de ve istasyonlara göre mevsimsel ortalama değerler Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Han Çayı'nda minimum, maksimum ve ortalama fiziksel ve kimyasal parametrelere ait değerler

Parametreler	İstasyon I	İstasyon II	İstasyon III
	Ort. $\pm$ SH (Min.-Maks.)	Ort. $\pm$ SH (Min.-Maks.)	Ort. $\pm$ SH (Min.-Maks.)
Sıcaklık (°C)	10,36 $\pm$ 1,26 (5,6-16,0)	11,40 $\pm$ 1,05 (7,2-16,3)	12,10 $\pm$ 1,06 (7,7-16,8)
pH	7,10 $\pm$ 0,30 (6,12-8,12)	7,18 $\pm$ 0,32 (6,20-8,37)	7,10 $\pm$ 0,30 (6,16-8,29)
Çözünmüş oksijen (mg O <sub>2</sub> /L)	10,29 $\pm$ 0,30 (8,7-11,4)	10,43 $\pm$ 0,30 (8,8-11,5)	10,25 $\pm$ 0,30 (8,6-11,2)
Elektriksel iletkenlik ( $\mu$ S/cm)	49,25 $\pm$ 4,39 (37-72)	51,38 $\pm$ 5,02 (38-75)	53,50 $\pm$ 5,11 (40-77)
Akım (m <sup>3</sup> /sn)	0,170 $\pm$ 0,022 (0,120-0,274)	0,343 $\pm$ 0,045 (0,140-0,517)	0,280 $\pm$ 0,027 (0,142-0,383)
Tuzluluk (ppt)	1,58 $\pm$ 0,19 (1,2-2,5)	1,88 $\pm$ 0,19 (1,2-2,7)	1,76 $\pm$ 0,20 (1,2-2,6)
Asit kapasitesi (m/mol)	3,04 (1,58-4,56)	2,33 (0,90-4,31)	2,35 (1,36-3,45)
Toplam sertlik (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	64,25 $\pm$ 5,90 (39-97)	63,50 $\pm$ 3,59 (49-80)	62,13 $\pm$ 5,95 (36-86)
Organik Madde (mg O <sub>2</sub> /L)	2,88 $\pm$ 0,68 (1,00-6,40)	2,55 $\pm$ 0,51 (1,00-5,40)	3,38 $\pm$ 0,45 (1,60-5,40)
Sülfat (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /L)	15,75 $\pm$ 2,34 (7-28)	13,63 $\pm$ 2,15 (3-21)	15 $\pm$ 1,93 (6-21)
Silika (mg SiO <sub>2</sub> /L)	10,44 $\pm$ 1,28 (5,35-14,90)	9,21 $\pm$ 1,35 (5,35-14,30)	9,98 $\pm$ 1,29 (5,35-14,40)
Nitrat (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L)	0,79 $\pm$ 0,13 (0,3-1,5)	0,88 $\pm$ 0,16 (0,3-1,3)	0,96 $\pm$ 0,18 (0,3-1,7)
Nitrit (mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /L)	0,005 $\pm$ 0,001 (0,002-0,007)	0,006 $\pm$ 0,001 (0,002-0,009)	0,006 $\pm$ 0,001 (0,003-0,009)
Toplam azot (mg N/L)	0,85 $\pm$ 0,16 (0,4-1,7)	0,90 $\pm$ 0,14 (0,4-1,5)	1,98 $\pm$ 0,85 (0,5-7,1)
Toplam fosfor (mg P/L)	0,13 $\pm$ 0,06 (0,02-0,55)	0,06 $\pm$ 0,01 (0,02-0,11)	0,12 $\pm$ 0,04 (0,02-0,36)
KOİ (mg/L)	12,25 $\pm$ 1,67 (7-18)	9,25 $\pm$ 1,08 (6-14)	10,75 $\pm$ 1,21 (8-17)

SH: Standart hata

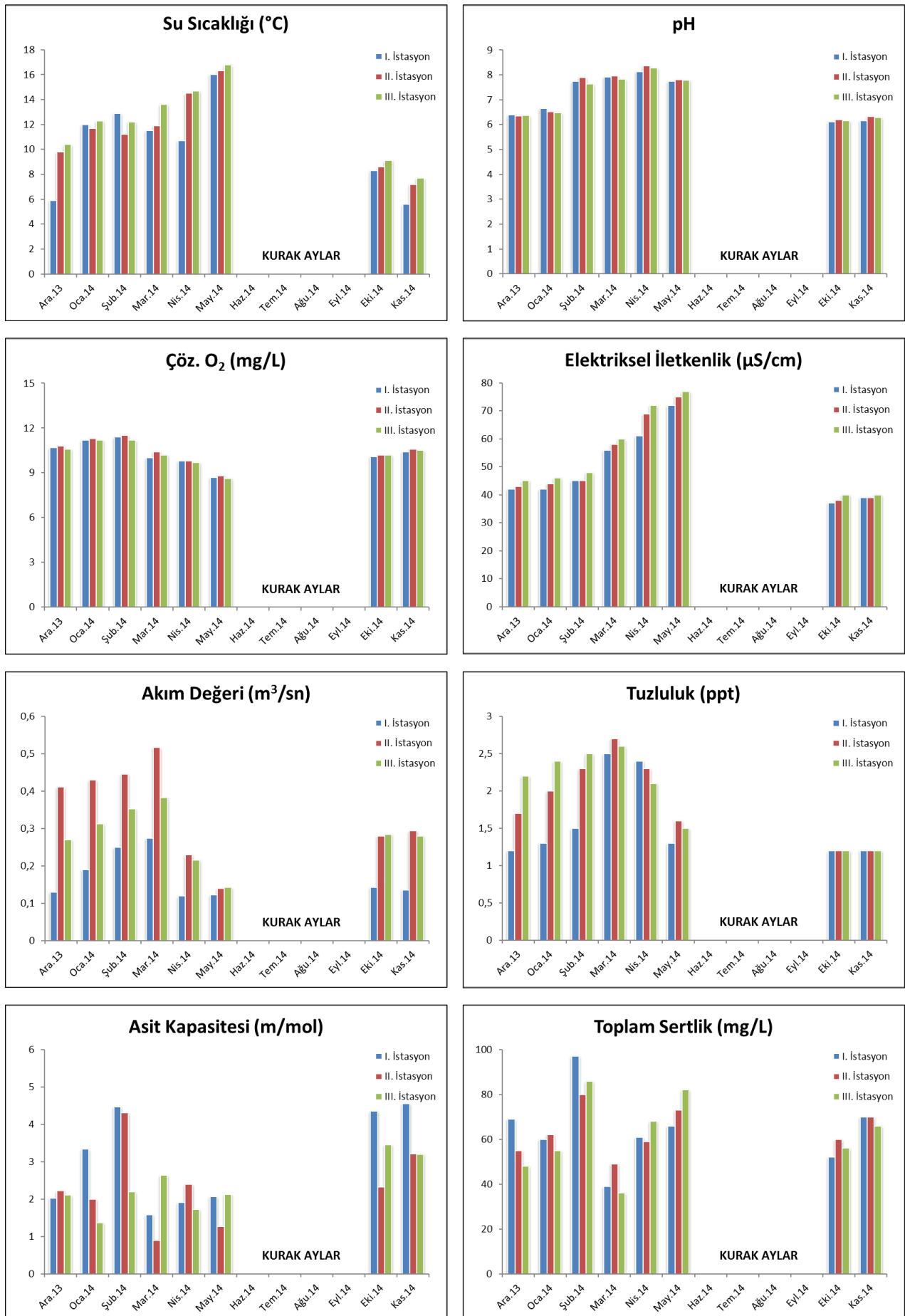
### Tartışma ve Sonuç

Araştırma süresince Han Çayı'ndaki tüm istasyonlarda tespit edilen toplam fosfor hariç tüm fiziksel ve kimyasal parametreler bakımından Han Çayı Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY 2015)'ne göre I. sınıf su kalite özelliğine sahiptir (Tablo 1). Toplam fosfor değeri ise bu kriterlere göre I. ve III. istasyonlarda III. sınıf, II. istasyonda ise II. sınıf su karakterine sahiptir.

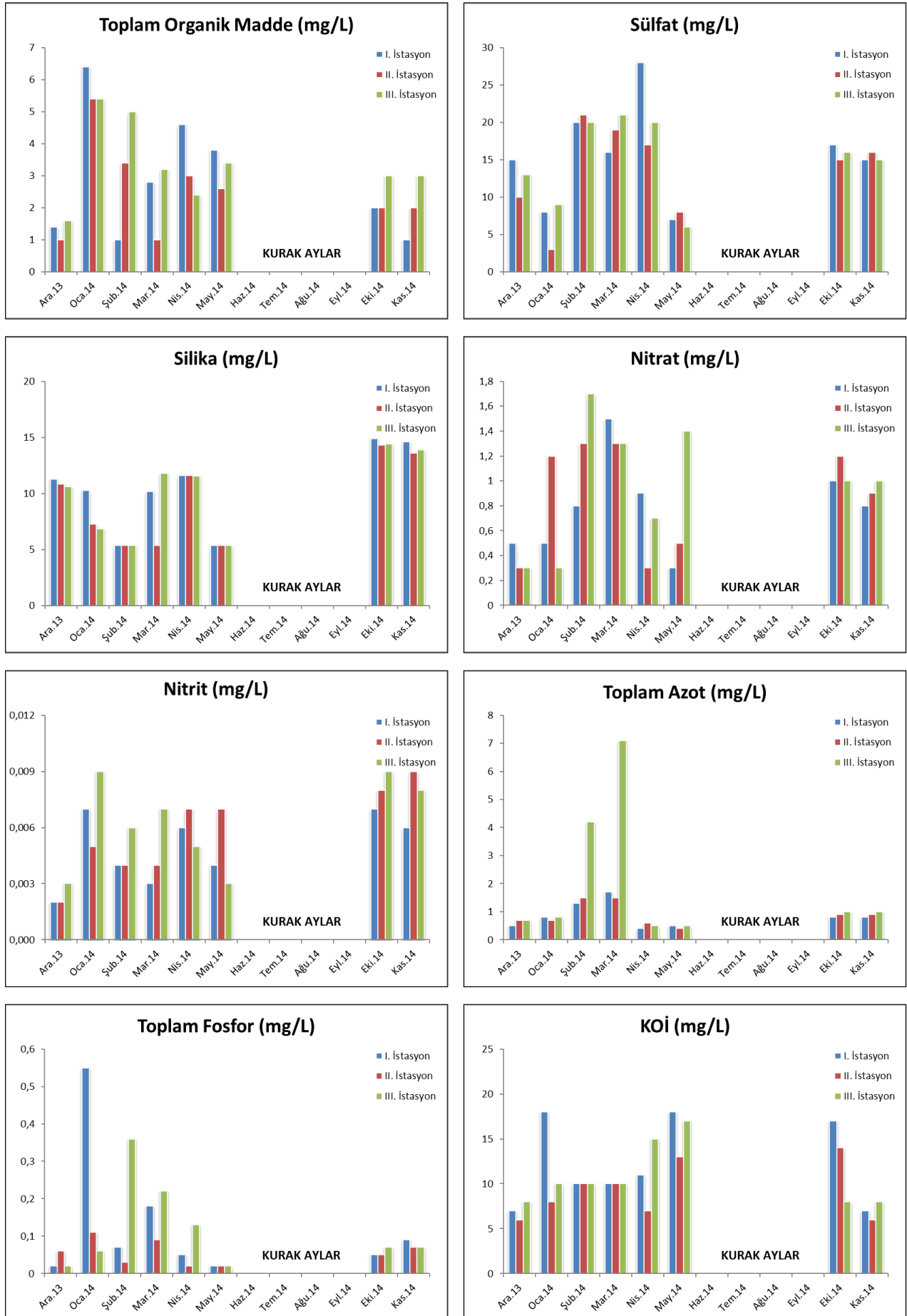
Akarsularda su sıcaklığının yüksekliğe, iklime, atmosfer şartlarına, akıntı hızına ve nehir yatağının yapısına göre değiştiği bildirilmiştir. Ayrıca akarsu yatağında gölge yapan bitkilerin bulunması, akarsu önünde oluşabilecek setler, soğuk su karışımları ve akarsu içine akan yeraltı sularının akarsularda su sıcaklığının değişmesinde etkili olduğu belirtilmiştir (USEPA 1997).

Yaptığımız çalışmada da Han Çayı'nda ölçülen su sıcaklıklarının normal olarak mevsimlere bağlı

olarak azalıp arttığı tespit edilmiştir (Şekil 2). Mevsimsel ortalama değerlere bakıldığında en yüksek ortalama değerler ilkbaharda III. istasyonda 15 °C olarak, en düşük mevsimsel ortalama değer sonbaharda I. istasyonda 7 °C olarak kaydedilirken (Tablo 2); istasyonlara göre en yüksek sıcaklık değeri III. istasyonda Mayıs ayında 16,8 °C, en düşük sıcaklık değeri ise I. istasyonda Kasım ayında 5,6 °C olarak kaydedilmiştir (Tablo 1). Özellikle kış aylarında yağın karların etkisiyle su sıcaklığı oldukça düşük ölçülmüştür. Benzer bulgular yurdumuzdaki pek çok akarsu için de rapor edilmiştir (Tepe vd. 2006, Şen ve Gölbaşı 2008; Tokatlı vd. 2016). Mart ayından itibaren havaların ısınmasıyla birlikte Han Çayı'nda su sıcaklığı artmaya başlamıştır. Haziran Temmuz, Ağustos, Eylül aylarında ise yüksek hava sıcaklıkları nedeniyle bölgede kuraklık olmuş ve akarsu kurumuştur.



Şekil 2. Han Çayı'nda fiziksel ve kimyasal parametrelere ait değerler



Şekil 2. Devamı

**Tablo 2.** Han Çayı'nda istasyonlara göre fiziksel ve kimyasal parametrelere ait mevsimsel ortalama değerler

Parametreler	İstasyon I			İstasyon II			İstasyon III		
	Kış	İlkbahar	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Sonbahar
Sıcaklık (°C)	10,3±2,2	12,7±1,7	7,0±1,4	10,9±0,6	14,2±1,3	7,9±0,7	11,6±0,6	15,0±0,9	8,4±0,7
pH	6,9±0,4	7,92±0,1	6,14±0,02	6,92±0,5	8,04±0,2	6,26±0,06	6,83±0,4	7,97±0,2	6,22±0,06
Çözünmüş oksijen (mg O <sub>2</sub> /L)	11,1±0,2	9,5±0,4	10,3±0,2	11,2±0,2	9,7±0,5	10,4±0,2	11,0±0,2	9,5±0,5	10,3±0,2
Elektriksel iletkenlik (µS/cm)	43±1,0	63±4,7	38±1,0	44±0,6	67±5,0	39±0,5	46±0,9	70±5,0	40±0,0
Akım (m <sup>3</sup> /sn)	0,19±0,03	0,17±0,05	0,14±0,00	0,43±0,11	0,30±0,1	0,29±0,01	0,31±0,02	0,25±0,07	0,28±0,01
Tuzluluk (ppt)	1,33±0,1	2,07±0,4	1,20±0,0	2,00±0,2	2,20±0,3	1,20±0,0	2,37±0,1	2,07±0,3	1,20±0,0
Asit kapasitesi (m/mol)	3,28±0,7	1,85±0,1	4,46±0,1	2,84±0,7	1,52±0,5	2,77±0,5	1,89±0,3	2,16±0,3	3,32±0,1
Toplam sertlik (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	75,3±11,1	55,3±8,3	61±9,0	65,6±7,4	60,3±7,0	65±5,0	63±11,7	62±13,6	61±5,0
Organik Madde (mg O <sub>2</sub> /L)	2,93±1,7	3,73±0,5	1,5±0,5	3,26±1,3	2,20±0,6	2,00±0,0	4,00±1,2	3,00±0,3	3,00±0,0
Sülfat (mg SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> /L)	14,3±3,5	17,0±6,1	16,0±1,0	11,3±5,2	14,6±3,4	15,5±0,5	14,0±3,2	15,6±4,8	15,5±0,5
Silika (mg SiO <sub>2</sub> /L)	8,95±1,8	9,05±1,9	14,75±0,2	7,82±1,6	7,44±2,1	13,95±0,4	7,60±1,6	9,56±2,1	14,15±0,3
Nitrat (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L)	0,60±0,1	0,90±0,4	0,90±0,1	0,93±0,3	0,70±0,3	1,05±0,2	0,76±0,5	1,13±0,2	1,00±0,0
Nitrit (mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /L)	0,004±0,001	0,004±0,001	0,007±0,001	0,004±0,001	0,006±0,001	0,009±0,001	0,003±0,002	0,005±0,001	0,006±0,001
Toplam azot (mg N/L)	0,87±0,2	0,87±0,4	0,80±0,0	0,97±0,3	0,83±0,3	0,90±0,0	1,90±1,2	2,70±2,2	1,00±0,0
Toplam fosfor (mg P/L)	0,21±0,17	0,08±0,05	0,07±0,02	0,06±0,02	0,04±0,02	0,06±0,01	0,15±0,11	0,12±0,06	0,15±0,00
KOI (mg/L)	11,7±3,3	13,0±2,5	12,0±5,0	8,0±1,2	10,0±1,7	10,0±4,0	9,03±0,7	14,0±2,1	8,0±0,0

Egemen ve Sunlu (1999) genel olarak kirlenmemiş bölgelerdeki akarsuların pH aralıklarının 6,5-8,5 arasında olduğunu ve gece oksidasyon yoluyla organizmaların ortama verdiği karbondioksit ve gün boyunca çözünmüş karbondioksitin akuatik bitkiler tarafından fotosentezde kullanılması sonucu pH'da inişler ve çıkışlar meydana gelebileceğini ifade etmişlerdir. Suyun pH'nı önemli ölçüde akarsu havzasının toprak yapısı ve jeolojisinin belirlediği bildirilmiş ve akarsu havzasının jeolojisine bağlı olarak akarsularda pH'nın genellikle 6,0-9,0 arasında değiştiği kaydedilmiştir. Mevsimsel ortalama değerlere bakıldığında en yüksek ortalama değerler ilkbaharda II. istasyonda 8,04 olarak, en düşük mevsimsel ortalama değer sonbaharda I. istasyonda 6,14 olarak kaydedilirken (Tablo 2); istasyonlara göre en yüksek pH değeri II. istasyonda Nisan ayında 8,37, en düşük pH değeri ise I. istasyonda Ekim ayında 6,12 olarak kaydedilmiştir (Tablo 1).

Soğuk sular daha fazla oksijen tutma kapasitesine sahip olduğundan akarsularda çözünmüş oksijen konsantrasyonlarının kışın daha yüksek, yazın ise daha düşük olduğu ve çözünmüş oksijen içeriğinin başlıca iklim şartları ve biyomas üretimi tarafından etkilendiği bildirilmiştir (Egemen ve Sunlu 1999). Mevsimsel ortalama değerlere bakıldığında en yüksek ortalama değerler kış mevsiminde II.

istasyonda 11,2 mg/L olarak, en düşük mevsimsel ortalama değer ilkbaharda I. ve III. istasyonlarda 9,5 mg/L olarak kaydedilirken (Tablo 2); istasyonlara göre en yüksek çözünmüş oksijen değeri II. istasyonda Şubat ayında 11,5 mg/L, en düşük çözünmüş oksijen değeri ise III. istasyonda Mayıs ayında 8,6 olarak kaydedilmiştir (Tablo 1).

Yeraltı sularının akarsu akımına birincil düzeyde katkıda bulunduğu düşük akım periyotlarında, mineralizasyondan dolayı akarsularda elektriksel iletkenliğin genel olarak yüksek olduğu, buna karşılık yağışların başlaması ve akımın artmasıyla birlikte iletkenliğin azaldığı tespit edilmiştir (Şen ve Gölbaşı 2008).

Araştırmamız süresince 3 istasyonda da elektriksel iletkenlik değerleri birbirlerine benzer olmuş ve 37-77 µS/cm arasında değişim göstermiştir (Şekil 2). Mevsimsel ortalama değerlere bakıldığında en yüksek ortalama değerler ilkbaharda III. istasyonda 70 µS/cm olarak, en düşük mevsimsel ortalama değer sonbaharda I. istasyonda 38 µS/cm olarak kaydedilirken (Tablo 2); istasyonlara göre en yüksek elektriksel iletkenlik değeri III. istasyonda Mayıs ayında 77 µS/cm, en düşük elektriksel iletkenlik değeri ise I. istasyonda Ekim ayında 37 µS/cm olarak kaydedilmiştir (Tablo 1).

Akarsu havzasının yapısı, jeolojisi, bölgenin coğrafik ve klimatolojik özellikleri bir akarsuyun

akımı ile doğrudan ilişkilidir. Araştırmamızda da Han Çayı'nda akımın mevcut hava şartlarından oldukça etkilenmiş ve akım bulguları akarsu akışının yüksek veya düşük olmasını etkileyen en önemli faktörlerden birinin iklim olduğu bulgusunu desteklemiştir. Han Çayı'nda yağışların başladığı ve yüzey akışların olduğu aylarda akım değerinin artması söz konusu değer artmasında en önemli etkenin yağışlar ve yüzey akışları olduğunu ortaya koymaktadır. Akım değerleri 0,120-0,517 m<sup>3</sup>/sn arasında değişim gösterecek kadar düşük olmuştur (Şekil 2). Mevsimsel ortalama değerlere bakıldığında en yüksek ortalama değerler kış mevsiminde II. istasyonda 0,429 m<sup>3</sup>/sn olarak, en düşük mevsimsel ortalama değer sonbaharda I. istasyonda 0,139 m<sup>3</sup>/sn olarak kaydedilirken (Tablo 2); istasyonlara göre en yüksek akım değeri II. istasyonda Mart ayında 0,517 m<sup>3</sup>/sn, en düşük akım değeri ise I. istasyonda Nisan ayında 0,120 m<sup>3</sup>/sn olarak kaydedilmiştir (Tablo 1).

Han Çayı'nın tuzluluk değerlerinin istasyonlara ve aylara göre değişimi model olarak birbirine benzemiştir. Araştırma süresince Han Çayı'nda analiz edilen tuzluluk miktarları 1,2-2,7 mg/L arasında değişim göstermiştir (Şekil 2). Mevsimsel ortalama değerlere bakıldığında en yüksek ortalama değerler kış mevsiminde III. istasyonda 2,37 ppt olarak, en düşük mevsimsel ortalama değer sonbaharda tüm istasyonlarda 1,20 ppt olarak kaydedilirken (Tablo 2); istasyonlara göre en yüksek tuzluluk değeri II. istasyonda Mart ayında 2,7 ppt, en düşük tuzluluk değeri ise tüm istasyonlarda Ekim ve Kasım aylarında 1,2 ppt olarak kaydedilmiştir (Tablo 1).

Han Çayı asit kapasitesi değerleri 0,90 ile 4,56 m/mol arasında değerlerde kaydedilirken aylara göre artma ve azalmalar toplam sertlik değerleri ile paralel olmuştur (Şekil 2). Mevsimsel ortalamalara göre en yüksek ortalama değer sonbaharda I. istasyonda 4,46 m/mol olarak, en düşük değer ilkbaharda II. istasyonda 1,52 m/mol olarak ölçülmüştür (Tablo 2). İstasyonlara göre değerlendirildiğinde en yüksek değer 4,56 m/mol ile I. istasyonda Kasım ayında, en düşük değer 0,90 m/mol olarak II. istasyonda Mart ayında kaydedilmiştir (Tablo 1).

Wetzel ve Likens (1991) ile Egemen ve Sunlu (1999), sulardaki sertliğin büyük ölçüde toprak ve kayalara temas sonucu kalsiyum ve magnezyum tuzlarından ileri geldiğini ve karbonat, bikarbonat, sülfat, klorür ve mineral asitlerin diğer iyonları ile kombinasyon oluşturduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmamızın bulguları akımın düşük olduğu aylarda toplam sertlik konsantrasyonunun arttığını, akımın yüksek olduğu aylarda ise toplam sertlik konsantrasyonunun azaldığını ifade eden Tepe vd. (2006)'nin çalışmasıyla uyum içerisinde olmuştur.

Egemen ve Sunlu (1999), suları sertlik derecesine göre 50 mg CaCO<sub>3</sub>/L den küçük olan suların yumuşak, 50-150 mg CaCO<sub>3</sub>/L arasında olan suların orta sert, 150-300 mg CaCO<sub>3</sub>/L arasında olan suların sert ve 300 mg CaCO<sub>3</sub>/L'den büyük olan suların ise çok sert su sınıfına girdiğini belirtmiştir. Araştırmamızda istasyonlarda belirlenen toplam sertlik değerleri birbirine yakın olurken (Şekil 2), minimum ve maksimum değerler 36-97 mg CaCO<sub>3</sub>/L ve ortalama değer 63,29 mg CaCO<sub>3</sub>/L olarak hesaplanmıştır. Mevsimsel ortalama değerlere bakıldığında en yüksek ortalama değer I. istasyonda 75,3 mg CaCO<sub>3</sub>/L olarak kış mevsiminde, en düşük mevsimsel ortalama değer ilkbaharda I. istasyonda 55,3 mg CaCO<sub>3</sub>/L olarak kaydedilirken (Tablo 2); istasyonlara göre en yüksek toplam sertlik değeri I. istasyonda Şubat ayında 97 mg CaCO<sub>3</sub>/L, en düşük toplam sertlik değeri ise III. istasyonda Mart ayında 36 mg CaCO<sub>3</sub>/L olarak kaydedilmiştir (Tablo 1). Ortalama toplam sertlik değerleri dikkate alındığında Han Çayı orta sert su özelliğine sahiptir.

Han Çayı'nda organik madde miktarları istasyonlarda 1-6,4 mg O<sub>2</sub>/L arasında kaydedilmiştir. Han Çayı'nda organik madde miktarı bütün istasyonlarda Ekim-Aralık ayları arasında kalan periyotta sürekli azalmıştır. Ocak ayında tekrar artmaya başlamış ve araştırma süresince en yüksek değerlerde kaydedilmiştir (Şekil 2). Mevsimsel ortalamalara göre en yüksek ortalama değer kış mevsiminde III. istasyonda 4 mg O<sub>2</sub>/L olarak, en düşük değer sonbaharda I. istasyonda 1,5 mg O<sub>2</sub>/L olarak ölçülmüştür (Tablo 2). İstasyonlara göre değerlendirildiğinde en yüksek organik madde değeri 6,4 mg O<sub>2</sub>/L ile I. istasyonda Ocak ayında, en düşük değer 1 mg O<sub>2</sub>/L olarak I. ve II. istasyonlarda Aralık, Şubat ve Mart aylarında kaydedilmiştir (Tablo 1).

Sülfat değerleri kışın en düşük, ilkbaharda en yüksek değerinde kaydedilmiştir (Şekil 2). Değerler II. istasyonda diğerlerine göre daha düşüktür. II. istasyonda 3-21 mg/L arasında olup ortalama değer 13,63 mg/L olarak ölçülmüştür (Tablo 1). İstasyonlara göre en yüksek sülfat değeri 28 mg/L olarak I. istasyonda Nisan ayında kaydedilmiştir. Mevsimsel ortalama olarak en düşük değer kış mevsiminde 11,3 mg/L ile II. istasyonda; en yüksek değer ilkbaharda 17 mg/L ile I. istasyonda kaydedilmiştir (Tablo 2).

Silika en düşük kış mevsiminde, en yüksek sonbaharda tespit edilmiştir (Şekil 2) İstasyonlara göre en yüksek silika değeri I. istasyonda 14,9 mg/L olarak Ekim ayında kaydedilirken (Tablo 1), mevsimsel ortama olarak en yüksek silika değeri I. istasyonda sonbaharda 14,75 mg/L, en düşük silika değeri II. istasyonda ilkbaharda 7,44 mg/L olarak kaydedilmiştir (Tablo 2).



Nitrat değerleri 0,3-1,7 mg/L arasında değişim göstermiş ve I. ve II. istasyonlarda Mart ayında III. istasyonda ise Şubat ayında ölçülmüştür (Şekil 2). Mevsimsel ortalama değerlere bakıldığında en yüksek ortalama nitrat değeri ilkbaharda III. istasyonda 1,13 mg/L olarak, en düşük mevsimsel ortalama nitrat değeri kış mevsiminde I. istasyonda 0,60 mg/L olarak kaydedilirken (Tablo 2); istasyonlara göre en yüksek nitrat değeri III. istasyonda Mart ayında 1,7 mg/L, en düşük nitrat değeri ise 0,3 mg/L olarak kaydedilmiştir (Tablo 1).

Han Çayı'nda istasyonlarda belirlenen ortalama nitrit konsantrasyonu 0,003 mg/L- 0,009 mg/L arasında değişmiştir (Şekil 2). Han Çayı'nda yüksek nitrit değerlerinin Aralık ayı gibi soğuk bir ayda belirlenmiş olması, Emet Çayı'nda nitrit iyonu değerlerinin 0,01-0,17 mg/L arasında değiştiğini ve yüksek nitrit değerlerin çok düşük sıcaklıklarda ortaya çıktığını bildiren Tokatlı vd (2016)'nin bulgularıyla da uyum içerisindedir. Mevsimsel ortalama değerlere bakıldığında en yüksek ortalama nitrit değeri sonbaharda II. istasyonda 0,009 mg/L olarak, en düşük mevsimsel ortalama nitrit değeri kış mevsiminde III. istasyonda 0,003 mg/L olarak kaydedilirken (Tablo 2); istasyonlara göre en yüksek nitrit değeri II. ve III. istasyonlarda sırasıyla Kasım ile Ocak ve Ekim aylarında 0,009 mg/L, en düşük nitrit değeri ise I. ve II. istasyonlarda Aralık ayında 0,002 mg/L olarak kaydedilmiştir (Tablo 1).

Han Çayı'nda istasyonlarda belirlenen toplam azot konsantrasyonunun ortalama değerleri I. ve II. istasyonlarda (sırasıyla 0,85 ve 0,90 mg/L) III. İstasyondakinden (1,98 mg/L) daha düşük çıkmıştır (Şekil 2). Toplam azot konsantrasyonlarının tüm istasyonlarda düzensiz olarak artıp azalması, toplam azot miktarı üzerinde etkili olan faktörleri belirsiz kılmıştır. Bununla birlikte en yüksek konsantrasyonun III. istasyonda Mart ayında 7,1 mg/L olarak, ancak en yüksek sıcaklıkların kaydedildiği Nisan ve Mayıs (16 °C) aylarında toplam azot değerleri en düşük değerlerde (0,4 mg/L) kaydedilmiştir (Tablo 1). Mevsimsel ortalama değerlere bakıldığında en yüksek ortalama toplam azot değeri ilkbaharda III. istasyonda 2,7 mg/L olarak, en düşük mevsimsel ortalama toplam azot değeri sonbaharda I. istasyonda 0,80 mg/L olarak kaydedilmiştir (Tablo 2).

Araştırma süresince Han Çayı'nda tüm istasyonlarda analiz edilen toplam fosfor miktarları 0,002-0,55 mg/L olarak ölçülmüştür (Şekil 2). Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY 2015)'ne göre Ocak ve Şubat aylarında ölçülen maksimum toplam fosfor değerleri bakımından Han Çayı'nın II. istasyonda II. sınıf (0,11 mg/L) ve I. ve III.

istasyonlarda ise III. sınıf (sırasıyla 0,55 ve 0,36 mg/L) su kalite özelliğine sahip olduğuna işaret etmektedir (Tablo 1). Mevsimsel ortalama değerlere bakıldığında en yüksek ortalama toplam fosfor değeri kış mevsiminde I. istasyonda 0,21 mg/L olarak, en düşük mevsimsel ortalama toplam azot değeri ilkbaharda II. istasyonda 0,04 mg/L olarak kaydedilmiştir (Tablo 2).

Araştırma süresince Han Çayı'nda analiz edilen KOİ miktarları düşük (7-18 mg/L) çıkmıştır (Şekil 2), bu değerler Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY 2015)'ne göre Han Çayı'nın I. sınıf su kalite özelliğine sahip olduğunu ve organik bir kirliliğin olmadığını ortaya koymuştur. Mevsimsel ortalama değerlere bakıldığında en yüksek ortalama KOİ değeri ilkbaharda III. istasyonda 14 mg/L, en düşük mevsimsel ortalama KOİ değeri kış mevsiminde II. istasyonda 8 mg/L olarak kaydedilirken (Tablo 2); istasyonlara göre en yüksek KOİ değeri I. istasyonda Ocak ve Mayıs aylarında 18 mg/L, en düşük KOİ değeri ise II. istasyonda Kasım ve Aralık aylarında 6 mg/L olarak kaydedilmiştir (Tablo 1).

Yapılan çalışma sonucunda, Han Çayı'nın Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY 2015)'ne göre, toplam fosfor miktarı bakımından II. sınıf (az kirli su) ve tayin edilen diğer parametreler açısından I. sınıf (yüksek kaliteli su) su özelliğine sahip olduğu belirlenmiştir. Han Çayı'nın fiziksel ve kimyasal özellikleri, akarsu havzasının jeomorfolojisine ve yatağının morfometrik özelliklerine bağlı olarak akış hızına, taşıdığı su miktarına ve mevsimlere bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Su kalitesi açısından bütün veriler değerlendirildiğinde, Han Çayı'nda kirliliğin şu anda bir öneminin olmadığı sonucuna varılmıştır.

### Teşekkür

Bu çalışmayı, "Karakaya Baraj Gölü'ne Dökülen Han Çayı'nın Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Araştırılması" başlık ve 13.07 numaralı destekleyen Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi (FÜBAP)'ne teşekkür ederim.

### Kaynaklar

- Alp MT, Koçer MAT, Şen B, Özbay Ö. 2010. Water quality of surface waters in Lower Euphrates Basin (Southeastern Anatolia, Turkey). J Anim Vet Adv. 9(18):2412-2421. doi:10.3923/javaa.2010.2412.2421
- APHA 1985. Standart Methods for the examination of water and wastewater. 19<sup>th</sup> edition. American Public Health Association, Washington, DC. 1075 pp.
- Bakan G, Şenel B. 2000. Samsun Mert Irmağı-Karadeniz deşarjında yüzey sediman (dip çamur) ve su kalite araştırması. Tur J Eng Env Sci. 24,135-141.



- Baytaşoğlu H, Şen B. 2015. Keban Baraj Gölü'ne dökülen Haringet Çayı'nın su kalite özelliği üzerine bir araştırma. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi. 27(2):17-28.
- Boran M, Sivri N. 2001. Trabzon (Türkiye) il sınırları içerisinde bulunan Solaklı ve Sürmene derelerinde nütrient ve askıda katı madde yüklerinin belirlenmesi. EgeJFAS. 18(3-4):343-348.
- Bulut C, Akçimen U, Uysal K, Küçükçara R, Savaşer S. 2010. Karanfilçay Deresi suyunun fizikokimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerinin mevsimsel değişimi ve akuakültür açısından değerlendirilmesi. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 21,1-7.
- EC 2008. The Water Framework Directive: Tap into it! Official Publications of the European Communities, Luxemburg, 12p.
- Egemen Ö, Sunlu U. 1999. Su kalitesi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları Yayın No:14. İzmir:Ege Üniversitesi Basımevi, 153 s.
- Gölbaşı S. 2014. Atatürk Baraj Gölü'ne dökülen Kahta Çayı (Adıyaman)'nın su kalite özelliklerinin araştırılması. [Doktora Tezi]. Fırat Üniversitesi. 120 s.
- Kara C, Çömlekçioglu U. 2004. Karaçay (Kahramanmaraş)'ın kirliliğinin biyolojik ve fizikokimyasal parametrelerle incelenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi. 7(1):1-7.
- Kayar VN, Çelik A. 2003. Gediz Nehri kimi kirlilik parametrelerinin tayini ve su kalitesinin belirlenmesi. Ekoloji Çevre Dergisi. 12(47):17-22.
- OECD 1982. Eutrophication of waters. monitoring, assessment and control. OECD Cooperative programme on monitoring of inland waters (Eutrophication control), Environment directorate, OECD, Paris, 154 p.
- SKKY (Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği) 2015. Su kirliliği kontrolü yönetmeliği. Yayımlandığı resmi gazete: Tarih 15 Nisan Çarşamba 2015 Sayı: 29327.
- Şen B, Alp MT, Özrenk F, Ercan Y, Yıldırım V. 1999. A study on the amount of plant nutrients and organic matters carried into the Hazar Lake (Elazığ-Türkiye). Fresen Environ Bull. 8, 272-279.
- Şen B, Koçer MAT, Alp MT. 2002. Hazar Gölü'ne boşalan akarsuların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi. 14(1): 241-248.
- Şen B, Koçer MAT, Canpolat Ö, Alp MT, Türkgülü İ, Sönmez F. 2007. Pollution and siltation effects of the running waters on Lake Hazar and restoration practice to minimize these threats. Paper presented at: International Congress, River Basin Management, Antalya, Turkey.
- Şen B, Gölbaşı S. 2008. Hazar Gölü'ne dökülen Kürk Çayı'nın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. EgeJFAS. 25(4):353-358.
- Taşdemir M, Göksu ZL. 2001. Asi Nehri'nin (Hatay-Türkiye) bazı su kalite özellikleri. EgeJFAS. 18(1-2):55-64.
- Tepe Y, Ateş A, Mutlu E, Töre Y. 2006. Hasan Çayı (Erzin-Hatay) su kalitesi özellikleri ve aylık değişimleri. EgeJFAS. 23(1-1):149-154.
- Tokatlı C, Köse E, Arslan N, Emiroğlu Ö, Çiçek A, Dayıoğlu H. 2016. Emet Çayı su kalitesinin mevsimsel değişimi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi. 21(2):9-23. doi:10.17482/uujfe.39645
- USEPA 1997. Volunteer stream monitoring: A methods manual. United States Environmental Protection Agency, Office of Water 4503F, Washington, EPA 841-B-97-003.
- Varol M, Şen B. 2009. Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: a case study of Behrimaz Stream, Turkey. Environ Monit Assess. 159,543-553. doi: 10.1007/s10661-008-0650-6
- Wetzel RG, Likens GE. 1991. Limnological analyses. Second edition, Springer-Verlag, New York, 391p. doi: 10.1007/978-1-4757-4098-1
- Yiğiteli Ü. 2016. Keban Baraj Gölü'ne dökülen Tahar Çayı'nın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. [Yüksek Lisans Tezi]. Fırat Üniversitesi. 61 s. https://www.frmartuklu.org/konu/karakaya-baraji-ve hidroelektrik-santrali hakkında-bilgi.248466 [Erişim tarihi: 24 Kasım 2017].